

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0074013
Application Number

출원년월일 : 2002년 11월 26일
Date of Application NOV 26, 2002

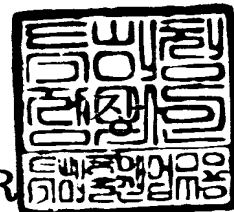
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 02 월 19 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002.11.26
【발명의 명칭】	광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	Internal wavelength locker module with photo diode array and method of manufacturing the same
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최광성
【성명의 영문표기】	CHOI, Kwang Seong
【주민등록번호】	700905-1667516
【우편번호】	110-771
【주소】	서울특별시 종로구 창신3동 쌍용아파트 203-305
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박흥우
【성명의 영문표기】	PARK, Heung Woo
【주민등록번호】	701003-1009617
【우편번호】	130-879
【주소】	서울특별시 동대문구 휘경2동 363 현대아파트 1-501
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤호경
【성명의 영문표기】	YUN, Ho Gyeong

【주민등록번호】	720322-1496039
【우편번호】	570-160
【주소】	전라북도 익산시 영등동 현대 아파트 103-707
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최병석
【성명의 영문표기】	CHOI, Byung Seok
【주민등록번호】	730615-1024617
【우편번호】	302-834
【주소】	대전광역시 서구 만년동 158번지 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	엄용성
【성명의 영문표기】	EOM, Yong Sung
【주민등록번호】	650101-1804316
【우편번호】	301-842
【주소】	대전광역시 중구 태평동 253-1(28/5) 유등마을아파트 108-502
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이종현
【성명의 영문표기】	LEE, Jong Hyun
【주민등록번호】	730102-1122627
【우편번호】	305-804
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 136-6 석진빌라 103호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	문종태
【성명의 영문표기】	MOON, Jong Tae
【주민등록번호】	630603-1057517
【우편번호】	570-160
【주소】	전라북도 익산시 영등동 제일 3차 아파트 510-1205
【국적】	KR
【공개형태】	간행물 발표

【공개일자】	2002. 10. 25
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 신영무 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	3 면 3,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	10 항 429,000 원
【합계】	461,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	230,500 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 공지에외적용대상(신규성상 실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류[추후제출]_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈 및 그 제조방법에 관한 것으로, 레이저 빔이 전면 및 후면으로 방출되는 레이저 다이오드를 갖는 내장형 파장안정화 모듈에 있어서, 후면으로 방출되는 레이저 빔을 평행화시키는 시준기와, 시준기를 통과한 레이저 빔을 두방향으로 분기시키는 빔 스플리터와, 분기된 일방향의 레이저 빔을 수신하는 제1 광수신소자와, 분기된 타방향의 레이저 빔의 특정 파장을 통과시키는 필터와, 필터를 통과한 레이저 빔을 수신하는 제2 광수신소자 어레이 및 제1 광수신소자 및 제2 광수신소자 어레이로부터 입력된 신호를 이용하여 레이저 다이오드의 출력 파장을 조절하는 제어부를 포함하고, 필터 및 제2 광수신소자 어레이는 레이저 빔에 대해 소정 각도로 틸팅되며 필터를 통과한 레이저 빔의 입사각 의존성을 이용하여 파장을 안정화시키는 것을 특징으로 한다. 따라서, 조밀한 파장 간격의 WDM 응용에 효과적으로 사용 가능한 다채널 가변 파장 광원용 내장형파장 안정화 모듈을 제조할 수 있는 효과가 있다.

【대표도】

도 1

【색인어】

레이저 다이오드, F-P 필터, 파장안정화기

【명세서】**【발명의 명칭】**

광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈 및 그 제조방법{Internal wavelength locker module with photo diode array and method of manufacturing the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈의 패키지 구성도이다.

도 2는 50GHz FSR을 갖는 F-P 필터를 임의의 각도로 틸팅하였을 경우 FSR 변화 정도를 나타내는 그래프이다.

도 3은 F-P 필터를 8°로 틸팅하였을 경우 레이저 빔의 진행 경로를 설명하기 위한 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 50GHz FSR을 갖는 F-P 필터를 8°로 틸팅하였을 경우 미세 오차가 발생하였을 때 이에 따른 미세 파장 변화 정도를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 시준기를 통과한 레이저 빔의 퍼짐 정도를 나타내는 그래프이다.

도 7은 평행화된 레이저 빔의 경로에 F-P 필터 및 포토 다이오드 어레이를 위치시킬 때 미세한 입사각의 변화를 나타내는 도면이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

100 : 레이저 다이오드 102 : 레이저 다이오드용 서브마운트

104 : TEC 106 : 서미스터

108 : 커플러 110 : 시준기

112 : 빔 스플리터 114 : 모니터 포토 다이오드용 서브마운트

116 : 모니터 포토 다이오드 118 : 모니터 포토 다이오드용 전극배선

120 : F-P 필터와 포토 다이오드 어레이용 서브마운트 122 : F-P 필터

124 : 포토 다이오드 어레이용 서브마운트 126 : 포토 다이오드 어레이

128 : 포토 다이오드 어레이용 전극배선 130 : 와이어

132 : 버터플라이 패키지

500 : 제어부 502 : 레이저 다이오드 드라이버

504 : TEC 드라이버

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<20> 본 발명은 WDM 또는 아날로그 광통신 시스템에서 사용되는 파장 검출 및 안정화 장치에 관한 것으로서, 특히 레이저 다이오드의 파장안정화를 위해 F-P 필터를 통과한 투과광의 입사각 의존성을 이용하는 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈 및 그 제조방법에 관한 것이다.

<21> WDM(wavelength division multiplexing)용 광원 모듈은 기능별 집적화를 통

한 다기능 고부가가치화가 세계적 추세이며, 100GHz 이하의 채널 간격에서는 파장안정화 기능이 중요하게 요구된다. 이러한 경향에 맞추어 파장안정화 내장형 송수신 모듈은 시스템의 구성을 단순화하여 경제성을 높이고, 보다 높은 신뢰성을 확보할 수 있다는 측면에서 우수한 부품으로 주목 받고 있다.

<22> 종래에는 송신 레이저의 파장 안정화를 위해 레퍼런스 흡수 가스(reference absorption gas), 그레이팅(grating), 화이버 그레이팅(fiber grating), F-P(Fabry-Perot) 필터 등의 다양한 방법이 사용되었다. 이 중에서 수십 채널 이상의 DWDM(dense WDM)을 위해 넓은 파장 영역을 수용할 수 있는 경제적이며 효과적인 수단은 F-P 필터를 사용하는 방법이다. 현재까지 개발된 파장안정화 모듈의 파장제어 정밀도는 대략 20~50pm 정도로 100GHz 채널 간격의 WDM 시스템까지 수용할 수 있는 단계이다. 그러나, 대부분이 외장형 모듈 형태로 구성되어 있으므로 시스템이 복잡한 단점을 가지고 있다.

<23> F-P 필터를 이용한 파장안정화기는 주로 DFB(distributed feed-back) 레이저 다이오드(Laser Diode:LD)의 파장을 안정화 하는데 사용되어져 왔다. LD의 파장을 ITU-T(international telecommunication union-telecommunication) 그리드(grid)에 파장을 안정화하기 위한 튜닝 방법에는 에탈론(etalon) 필터의 각도 틸팅(tilting), 에탈론 필터의 온도 변화를 통한 캐버티(cavity) 길이의 변화, 압전 구동(piezoelectric actuation)을 통한 기계적인 캐버티(cavity) 길이의 가변 등의 방법이 있었다. 이 중에서 기존의 DFB 레이저 다이오드는 주로 두 번째 방법인 에탈론을 포함한 파장안정화 모듈을 TEC(thermo-electric cooler) 위에 장착 한 후 모듈의 온도 변화를 통해 파장을 가변시켰다. 이 때 파장의 가변 정도는 대략 0.1nm/℃ 로써, 100GHz FSR(free spectral

range) 시스템에서는 10℃ 안팎에서 파장 안정화 기능을 수행 할 수 있었다. 그러나, 내장형 파장안정화 시스템에서 이와 같은 온도 변화를 통한 파장의 튜닝(tuning) 기능을 수행하게 되면 레이저 다이오드의 동작 조건에 영향을 주게 되어 소자의 구동 조건에 상당한 제약을 받게 되는 문제점이 있다.

<24> 또한, 에탈론 필터의 각도를 틸팅(tilting) 함으로써 파장을 안정화 하는 방법은 미세한 틸팅 각도에 대한 감도가 상당히 높아 이론적으로는 반사 잡음을 줄이기 위해 파장안정화기 모듈을 초기 각도 8°로 회전시킨 상태에서 약 0.01°로 틸팅함으로써 0.05nm 정도의 파장 변화를 얻을 수 있다. 그러나, 실제 모듈을 제작할 때 이와 같은 정확도로 파장 안정화기를 정렬하는 것은 상당히 어려우며, 수율이 낮고 공정비용도 상당히 높은 문제가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 시스템의 온도를 일정하게 유지하면서 필터 및 포토다이오드를 틸팅(tilting)함으로써 빔의 반사 잡음을 줄이고 파장안정화를 이룰 수 있는 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<26> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈은, 레이저 빔이 전면 및 후면으로 방출되는 레이저 다이오드를 갖

는 내장형 파장안정화 모듈에 있어서, 후면으로 방출되는 레이저 빔을 평행화시키는 시준기와, 시준기를 통과한 레이저 빔을 두방향으로 분기시키는 빔 스플리터와, 분기된 일방향의 레이저 빔을 수신하는 제1 광수신소자와, 분기된 타방향의 레이저 빔의 특정 파장을 통과시키는 필터와, 필터를 통과한 레이저 빔을 수신하는 제2 광수신소자 어레이 및 제1 광수신소자 및 제2 광수신소자 어레이로부터 입력된 신호를 이용하여 레이저 다이오드의 출력 파장을 조절하는 제어부를 포함하고, 필터 및 제2 광수신소자 어레이는 레이저 빔에 대해 소정 각도로 틸팅되며 필터를 통과한 레이저 빔의 입사각 의존성을 이용하여 파장을 안정화시키는 것이 바람직하다.

<27> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈의 제조방법은, TEC 위에 레이저 다이오드, 시준기, 빔 스플리터 및 제1 광수신소자를 조립하는 단계, TEC 를 버터플라이 패키지 위에 장착하는 단계, 레이저 다이오드에 입력을 인가하여 동작시키는 단계 및 TEC 에 의한 온도제어 하에, 레이저 다이오드 빔의 파장을 모니터링 하면서 필터 및 제2 광수신소자 어레이가 장착된 서브 마운트를 소정 각도와 소정 거리에 장착하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

<28> 본 발명은 WDM 광통신 시스템 또는 아날로그 광통신 시스템에서 사용되는 파장 검출 및 안정화 장치에 관한 것으로서 다채널 파장 가변 광원 소자의 파장 안정화를 위한 새로운 모듈 구조 및 패키징을 제공한다. 파장안정화 장치의 구조에서 필터를 투과한 투과광의 수신부에 다수 개의 광수신소자를 적절한 위치에 배열하여 각 광수신소자 간의 입사각 의존성을 이용함으로써 기존의 문제점을 극복할 수 있다. 이러한 광수신소자는 포토 다이오드 등이 될 수 있고, 필터는 F-P 필터(Fabry-Perot filter)가 바람직하다.

- <29> 즉, 레이저 다이오드의 후면에 빔 스플리터, 빔의 시준화를 위한 시준기(collimator), F-P 필터, 모니터 포토 다이오드(monitor photo diode), 포토 다이오드 어레이를 사용하는 모듈에 있어 F-P 필터와 포토 다이오드 어레이 블럭의 각도 정렬 방법으로 전 파장대에 걸쳐 파장안정화 기능을 구현할 수 있다. 포토 다이오드 어레이를 이용할 경우, 다수개의 포토 다이오드 중에서 원하는 포토 다이오드 한 개 또는 다수개 포토 다이오드의 출력을 조합하여 사용함으로써 목표 주파수에 레이저 빔을 안정화 시키는 방법을 사용한다. 특히, 하나의 F-P 필터와 포토 다이오드 어레이를 하나의 서브마운트 위에 고정한 뒤 블록화하여 포토 다이오드 어레이 부분의 포토 다이오드로 F-P 필터를 통과한 투과광의 입사각 의존성을 이용하여 다채널 WDM 통신규격의 파장간격을 만족하는 파장안정화 기능을 제공할 수 있다.
- <30> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 이하의 실시예는 이 기술 분야에서 통상적인 지식을 가진 자에게 본 발명이 충분히 이해되도록 제공되는 것으로서 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 기술되는 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- <31> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈의 패키지 구성도이다. 일반적으로 14개의 핀을 갖는 버터플라이 패키지(132) 내에 레이저 다이오드(Laser Diode:LD)(100)가 서브마운트(102) 위에 장착되어 있으며, 레이저 다이오드(100) 전방으로는 레이저가 커플러(coupler)(108)를 통하여 외부 광섬유에 전달되게 된다. 또한 레이저 다이오드(100)는 후면 방향으로도 빔이 나오는데 이를 이용하여 파장 안정화 기능을 수행하게 된다. 레이저 다이오드의 후면 방향으로 레이저가 시준기(collimator)(110)를 통과하면서 먼 거리까지 레이저 빔이 전달 가능하

게 된다. 시준기(110)를 통과한 빔은 빔 스플리터(beam splitter)(112)를 통과하면서 두 방향으로 분기되는데, 한 쪽은 모니터(monitor) 포토 다이오드(116)를 통하여 전체 레이저 빔의 전력을 모니터링 하게 되고, 다른 한 쪽은 F-P 필터(122) 및 포토 다이오드 어레이(126)를 통과하여 레이저 빔의 파장이 모니터링 된다. F-P 필터(122)는 공진기로써 레이저 빔의 파장에 따라 일정 범위의 파장은 잘 통과하고, 일정 범위의 파장은 잘 통과하지 못하도록 한다.

<32> 레이저 다이오드(100), 시준기(110), 커플러(108), 빔 스플리터(112) 등의 부품들은 소자의 동작 온도를 일정하게 유지하기 위하여 TEC(thermo-electric cooler)(104) 위에 배치되는데, TEC(104)가 일정 온도를 유지하기 위해서는 서미스터(thermistor)(106)와 함께 작동한다. 레이저 빔의 반사 손실을 줄이기 위해 레이저 빔의 진행 방향에 대해 F-P 필터(122)와 포토 다이오드 어레이(126)를 일정 각도로 틸팅하는데, 일반적으로 각도가 커질수록 구현하기가 어려우므로 4°내지 10°로 틸팅한다. 또는 레이저 빔의 반사 손실을 줄이기 위해 아이솔레이터(isolator)등을 사용하면 레이저 빔의 진행 방향에 대해 F-P 필터(122)와 포토 다이오드 어레이(126)를 일정 각도로 틸팅하지 않을 수도 있다. 틸팅 시, 바람직하게는 8°로 틸팅(tilting) 하게 되며, 이를 용이하게 하기 위하여 레이저 다이오드용 서브 마운트(102) 및 F-P 필터 및 포토 다이오드 어레이용 서브 마운트(120)가 사용된다. 또한, 모니터 포토 다이오드(116)도 서브마운트(114)에 장착되어 사용된다. 장착이 완료된 모듈은 최종적으로 버터플라이 패키지(132)의 각 패드 부분과 와이어(wire)(130)를 통하여 연결하여 사용하게 된다.

<33> 이러한 각 서브 마운트를 먼저 독립 모듈화 하여 제작한 후, 이를 전체 모듈에 장착하는 방법으로 본 발명에 의한 내장형 파장 안정화 모듈을 제조할 수 있다. 또는 각

레이저 다이오드(100), 시준기(110), 커플러(108), 빔 스플리터(112), 포토 다이오드 어레이(126) 등의 부품들을 전체 모듈에 각각 장착하는 방법으로 본 발명에 의한 내장형 파장 안정화 모듈을 제조할 수도 있다. 각 서브 마운트를 먼저 독립 모듈화 하여 제작하는 경우, 서브 마운트는 실리콘 기판을 이용하여 이를 마이크로 머시닝 가공을 통해 제조할 수 있다. 이때 실리콘 서브 마운트에 각 부품들이 장착되기 용이하도록 하기 위해 각 부품 크기에 맞게 패턴을 형성하거나, 홈(trench)을 가공하여 수동 정렬 조립이 가능하게 할 수 있다.

<34> 대략적인 전체 모듈 조립 순서는 먼저 TEC(104) 위에 레이저 다이오드(100)를 포함한 각 부품을 레이저 다이오드용 서브마운트(102)등의 위에 조립한 후 TEC(104)를 버터플라이 패키지(132) 내에 장착하게 된다. 이 상태에서 레이저 다이오드(100)에 입력을 인가하여 동작시킨다. 그리고 적절한 온도 제어 하에 후면으로 나오는 빔의 파장을 모니터링 하면서 포토 다이오드 어레이 블록을 장착하여 정렬한다. 이때 포토 다이오드 어레이 블록이 일정한 각도와 일정한 정렬 거리에서 원하는 위치로 고정되게 된다. 포토 다이오드 어레이 블록을 장착 시 에폭시 등의 접착(adhesive) 물질, 땀납(solder), 레이저 웰딩(laser welding) 등으로 고정시킬 수 있다.

<35> 도 2는 50GHz FSR(free spectral range)을 갖는 F-P 필터(122)를 임의의 각도로 틸팅(tilting) 하였을 경우 FSR 변화 정도를 나타내는 그래프이다. 일반적으로 F-P 필터(122)는 빔이 필터에 대해 수직으로 입사하였을 경우의 조건으로 제작되어 있다. 그러나, 본 발명에서와 같이 반사 손실을 줄이기 위해 F-P 필터 (122)를 기울이게 되면 기울이는 각도에 따라 비선형적으로 FSR 이 변하여 초기 FSR값과는 동떨어진 값을 얻게 된다. 따라서, 본 발명의 일실시예에서와 같이 초기 각도 8°로 틸팅하기로 결정하였을 경우는

F-P 필터(122)를 제작할 당시부터 몇 도를 틸팅하였을 때 원하는 FSR이 얻어질지를 계산하여 제작하여야 한다. 만일, 8° 로 틸팅하였을 경우 50 GHz FSR 을 나타내는 F-P 필터(122)를 제작하고자 할 경우에는 빔이 수직으로 입사하는 조건에서 49.51~49.52 GHz FSR 을 갖는 F-P 필터(122)를 제작하여야 한다.

<36> 도 3은 F-P 필터를 8° 로 틸팅하였을 경우 레이저 빔의 진행 경로를 설명하기 위한 도면이다. 레이저 다이오드(100), 시준기(110), F-P 필터(122)가 배치되어 있고, 레이저 빔이 F-P 필터(122)에서 반사되어 레이저 다이오드(100)에 도달하여 잡음이 되지 않도록 틸팅 각도를 8° 로 하였다. 이때 시준기(110)와 F-P 필터(122)의 길이는 3.6mm이다. 도 1에서 도시한 바와 같이 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용한 모듈의 각 부분의 치수를 이용하여 빔의 진행경로를 모의 실험한 결과 4° 이상으로 틸팅하는 것이 바람직하다. 그러나, 틸팅의 각도는 시준기와 F-P 필터(122)간의 거리, 시준기(110)의 빔 평행화 정도 등에 따라 바뀔 수 있다.

<37> 도 4a 및 도 4b는 50GHz FSR을 갖는 F-P 필터를 8° 로 틸팅하였을 경우 미세 오차가 발생하였을 때 이에 따른 미세 파장 변화 정도를 나타내는 그래프이다. 도 4a는 초기 설정 각도 8° 에서 0.1° 단위로 에러가 발생할 경우를 나타내고, 도 4b는 0.01° 단위로 에러가 발생할 경우를 나타내고 있다. 도 4a를 참조하면 0.1° 단위로 에러가 발생하였을 경우에는 파장 이동이 거의 없고, 도 4b를 참조하면 0.01° 단위로 에러가 발생하였을 경우에는 약 0.05nm 정도의 파장 이동이 발생한다. 이를 바탕으로 0.01° 단위로 F-P 필터(12)를 틸팅함으로써 파장안정화 파장 변화 효과를 얻을 수 있다. 즉, 틸팅 각도를 8° 에서 0.01° 씩 증가시킬 경우에는 도 4b에 도시한 바와 같이 단파장 쪽으로 변이하며, 반대로 0.01° 씩 감소시킬 경우에는 장파장 쪽으로 같은 간격만큼 변이하는 경향을 보인다. 이는

초기 틸팅 각도가 8°경우에만 기대할 수 있는 효과이다. 0.1°단위로 약간의 오차가 발생하였을 경우에는 변화 정도가 원래 파장 위치와 비슷한 곳에 위치하게 되어 어느 정도의 틸팅 위치 정렬시의 에러는 영향이 적다는 장점이 있다.

<38> 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장 안정화 모듈의 동작을 설명하기 위한 도면이다. TEC(104) 위에 레이저 다이오드(100), 시준기(110), 빔 스플리터(112), F-P 필터(122), 포토 다이오드 어레이(126) 등이 배치되어 있다. 레이저 다이오드(100)를 일정한 온도에서 구동시키기 위해 서미스터(106)를 이용하여 온도를 감지하고, TEC 드라이버(504)를 통하여 온도가 항상 일정하게 유지되도록 한다. 레이저 다이오드(100)로부터 후면 방향으로 나온 레이저 빔은 시준기(collimator)(110)를 통과하여 평행화 되고, 빔 스플리터(112)를 통과하면 레이저 빔이 두 방향으로 분기된다. 일반적으로 50:50 으로 빔을 분기하나, 본 발명에서는 신호의 세기를 고려하여 70:30 으로 분기하는 것이 바람직하다. 즉, 레이저 빔의 30%는 모니터 포토 다이오드(106)로 향하게 되며 70%는 F-P 필터(122)를 투과하여 포토 다이오드 어레이(126)로 향하게 된다. 그런데 F-P 필터(122)에서 약 10% 이내의 손실이 발생하게 되므로 실제로 포토 다이오드 어레이(126)에 도달하는 빔은 약 60% 정도가 된다. 따라서 모니터 포토 다이오드(106)의 출력은 포토 다이오드 어레이(126) 출력의 반이 되어 차후 포토 다이오드 수신 감도 조정용 가변저항의 값이 더 미세한 것을 사용할 수 있게 된다.

<39> 제어부(500)는 모니터 포토 다이오드(106)에서의 출력과 포토 다이오드 어레이(126)에서의 출력을 모니터링하고, 제어신호를 레이저 다이오드 드라이버(502)의 입력 신호로 피드백 하여 레이저 다이오드(100)의 출력 파장을 안정화 시키게 된다. 제어부

(500)는 OP 앰프(Operational Amplifier) 등으로 구현할 수 있는데, 레이저 다이오드의 출력 파장의 오차에 따른 입력 전류를 계산하여 이를 레이저 다이오드 드라이버에 입력 시킴으로써 레이저 다이오드의 파장을 변환시킨다.

<40> 도 6은 시준기를 통과한 레이저 빔의 퍼짐 정도를 나타내는 그래프이다. 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 의 경우 시준기(110)로부터 F-P 필터(122) 표면사이의 거리는 3.6 mm 이며, 이 경우 F-P 필터(122) 표면 까지 빔은 약 $13.16 \mu\text{m}$ 정도 퍼지는 것을 시뮬레이션을 통하여 알 수 있다. 따라서 $13.16 \mu\text{m}$ 를 3.6 mm 로 나누면 빔 퍼짐의 각도(θ)는 약 0.2° 정도임을 알 수 있다. 이러한 결과는 사용하는 시준기(110)에 따라 다르며 또한 시준기(110)로부터의 초점 거리 정렬 정도에 따라 다르다.

<41> 도 7은 평행화된 레이저 빔의 경로에 F-P 필터(122) 및 포토 다이오드 어레이(126)를 위치시킬 때 미세한 입사각의 변화를 나타내는 도면이다. 레이저 다이오드의 후면으로 방출된 레이저 빔이 시준기(110)를 거친 후 F-P 필터(122)를 투과하여 포토 다이오드 어레이(126)에 도달하게 되는데, 각 포토 다이오드에 수신되는 레이저 빔은 서로 다른 입사각을 갖게 된다. 포토 다이오드 어레이(126)를 사용할 경우 각 포토 다이오드 간에는 도 7에 도시한 바와 같이 각각의 포토 다이오드로부터 약 0.1nm 정도의 파장 변이 결과를 기대할 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에 의하면 $50 \mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$ 크기의 포토 다이오드를 4개 사용하고, 각 포토 다이오드 간 간격은 $20 \mu\text{m}$, $60 \mu\text{m}$, $20 \mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다. 이렇게 각 포토 다이오드 간 간격을 다르게 설정한 이유는 각도 의존성에 의해 각 포토 다이오드 간 파장 변이 간격이 0.1nm 정도가 되도록 하기 위함이며, 이렇게 함으로써 포토 다이오드 어레이 블록 위치 정렬시 약간의 오차가 발생하여도 포토 다이오드 어레이(126) 블록 안의 네 개의 포토 다이오드 중 한 개는 원하는 파장에 위치하게

된다는 장점이 있다. 따라서 본 발명에서 제안한 방법을 이용함으로써 포토 다이오드 어레이(126) 블록을 0.01° 단위로 틸팅 하면서 파장 안정화를 이루어야 하는 어려움을 극복할 수 있게 된다. 즉 약간의 정렬 오차가 존재하더라도 포토 다이오드 어레이(126) 블록안의 한 개의 포토 다이오드는 원하는 위치에 맞게 되어 전 대역을 커버할 수 있게 된다.

【발명의 효과】

<42> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 광수신소자 어레이를 갖는 내장형 파장안정화 모듈 및 그 제조방법은, 레이저 빔의 방향에 일정 각도로 틸팅된 필터와 광수신소자 어레이를 이용해 필터를 투과한 투과광의 미세한 입사각도 변화에 따른 미세 파장 변화 효과를 이용함으로써 조밀한 파장 간격의 WDM 응용에 효과적으로 사용 가능한 다채널 가변 파장 광원용 내장형파장 안정화 모듈을 제조할 수 있는 효과가 있다. 또한 TEC를 이용하여 레이저 다이오드의 동작 온도 변화 없이 일정한 온도에서 레이저 빔을 원하는 파장 채널에 안정화 시킬 수 있고, 저가격, 높은 수율을 가질 수 있는 효과가 있다.

<43> 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

레이저 빔이 전면 및 후면으로 방출되는 레이저 다이오드를 갖는 내장형 파장안정화 모듈에 있어서,

후면으로 방출되는 상기 레이저 빔을 평행화시키는 시준기;

상기 시준기를 통과한 레이저 빔을 두방향으로 분기시키는 빔 스플리터;

분기된 일방향의 레이저 빔을 수신하는 제1 광수신소자;

분기된 타방향의 레이저 빔의 특정 파장을 통과시키는 필터;

상기 필터를 통과한 레이저 빔을 수신하는 제2 광수신소자 어레이; 및

상기 제1 광수신소자 및 상기 제2 광수신소자 어레이로부터 입력된 신호를 이용하여 상기 레이저 다이오드의 출력 파장을 조절하는 제어부를 포함하고,

상기 필터 및 제2 광수신소자 어레이는 레이저 빔에 대해 소정 각도로 틸팅되며, 상기 필터를 통과한 레이저 빔의 입사각 의존성을 이용하여 파장을 안정화시키는 것을 특징으로 하는 내장형 파장안정화 모듈.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 필터 및 제2 광수신소자 어레이는 동일한 서브 마운트 위에 고정되어 블록화 되는 것을 특징으로 하는 내장형 파장안정화 모듈.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 상기 내장형 파장안정화 모듈은

TEC(thermo-electric cooler)를 더 포함하고, 상기 TEC 는 온도를 감지하는 서미스터; 및
상기 서미스터에서 감지된 온도를 입력받아 온도를 일정하게 유지하도록 제어하는 TEC 드라이버를 포함하는 것을 특징으로 하는 내장형 파장안정화 모듈.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 상기 소정각도는
상기 시준기와 필터 간의 거리가 3.6mm 일 때 4°내지 10°인 것을 특징으로 하는 내장형 파장안정화 모듈.

【청구항 5】

제 1항에 있어서, 상기 빔 스플리터는 상기 시준기를 통과한 레이저 빔을 상기 제1 광수신소자로 30%, 상기 필터로 70% 가 되게 분기하는 것을 특징으로 하는 내장형 파장안정화 모듈.

【청구항 6】

제 1항에 있어서, 상기 제2 광수신소자 어레이는 4개의 포토 다이오드들로 이루어지고, 각 포토 다이오드들은 각각 20 μ m, 60 μ m, 20 μ m 의 간격으로 배치되는 것을 특징으로 하는 내장형 파장안정화 모듈.

【청구항 7】

제 1항에 있어서, 상기 제어부는 OP 앰프 및 레이저 다이오드 드라이버를 포함하는 것을 특징으로 하는 내장형 파장안정화 모듈.

【청구항 8】

제 1항의 내장형 파장안정화 모듈의 제조방법에 있어서,
TEC 위에 레이저 다이오드, 시준기, 빔 스플리터 및 제1 광수신소자를 조립하는 단계;
상기 TEC 를 버터플라이 패키지 위에 장착하는 단계;
상기 레이저 다이오드에 입력을 인가하여 동작시키는 단계; 및
상기 TEC 에 의한 온도제어 하에, 상기 레이저 다이오드 빔의 파장을 모니터링 하면서 필터 및 제2 광수신소자 어레이가 장착된 서브 마운트를 소정 각도와 소정 거리에 장착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 파장안정화 모듈의 제조방법.

【청구항 9】

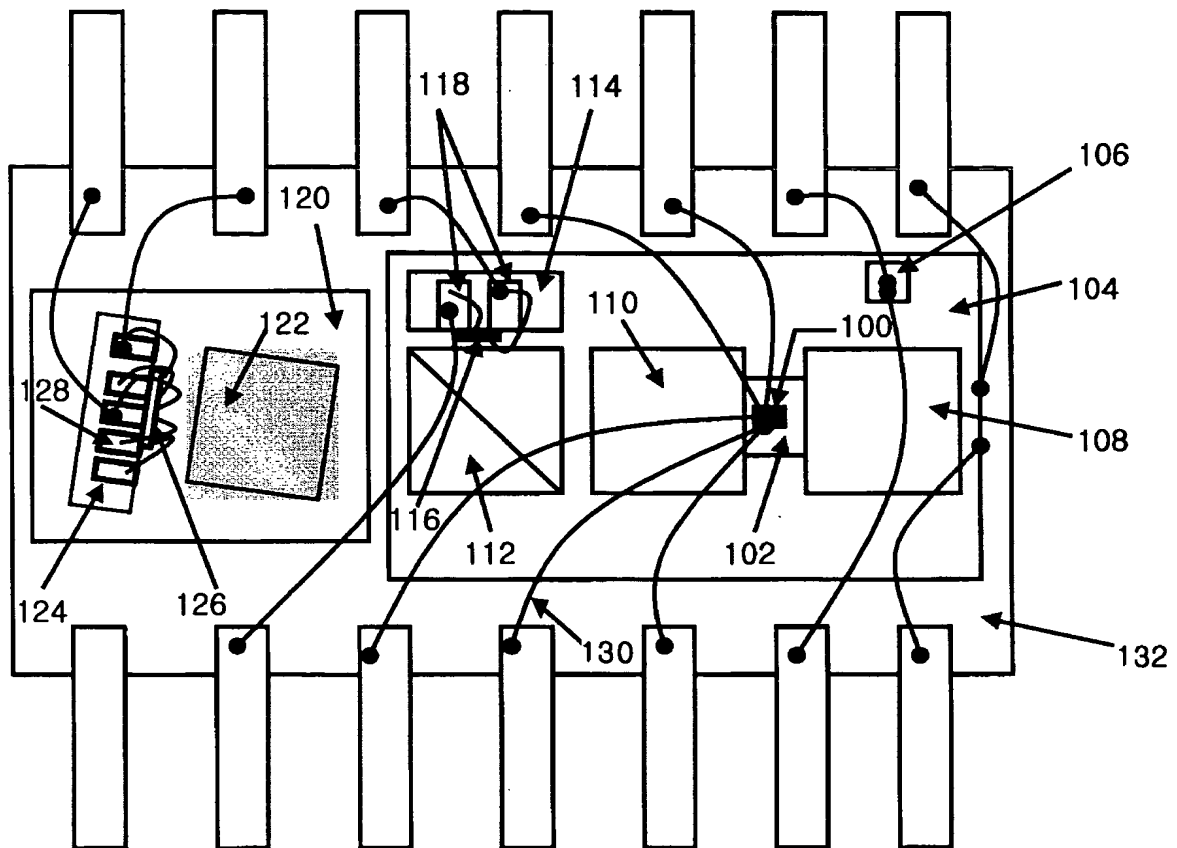
제 8항에 있어서, 상기 필터 및 제2 광수신소자 어레이가 장착된 서브 마운트는 실리콘 기판을 이용하고, 마이크로 머시닝 가공을 통해 제조되는 것을 특징으로 하는 파장안정화 모듈의 제조방법.

【청구항 10】

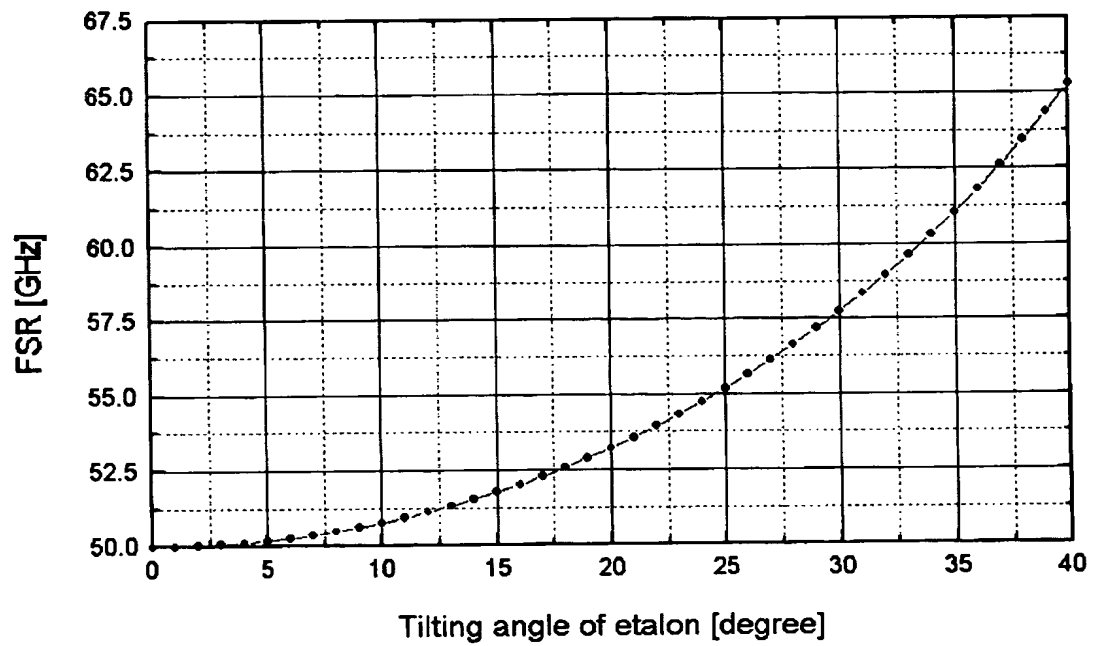
제 9항에 있어서, 상기 서브 마운트에 패턴을 형성하거나, 홈을 형성하여 상기 필터 및 제2 광수신소자 어레이를 장착하는 것을 특징으로 하는 파장안정화 모듈의 제조방법.

【도면】

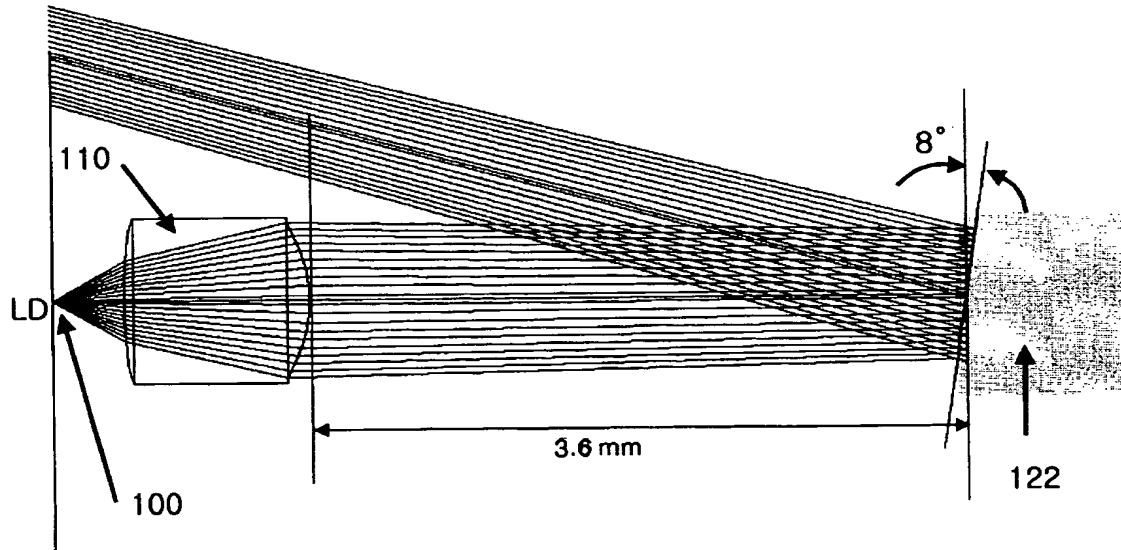
【도 1】



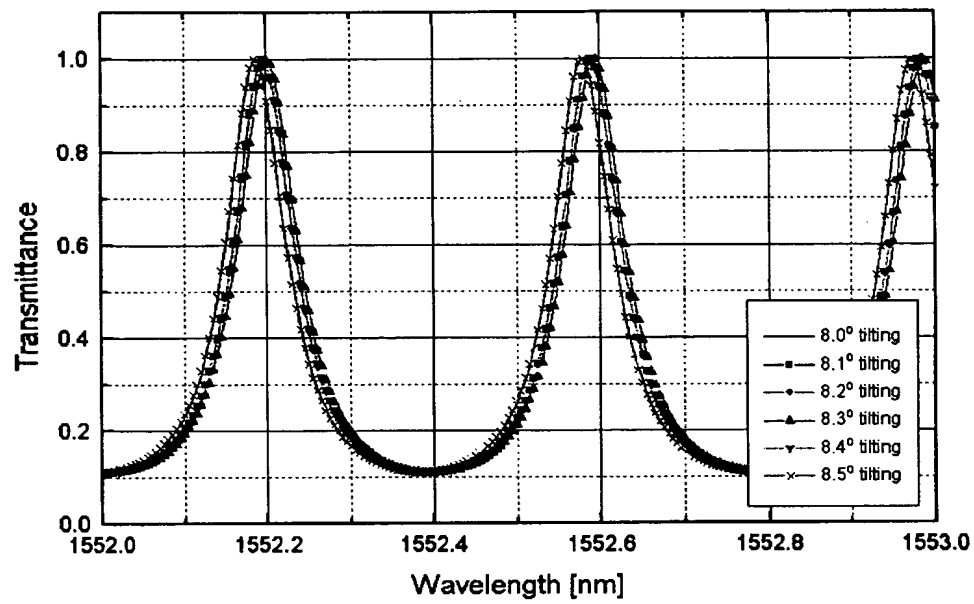
【도 2】



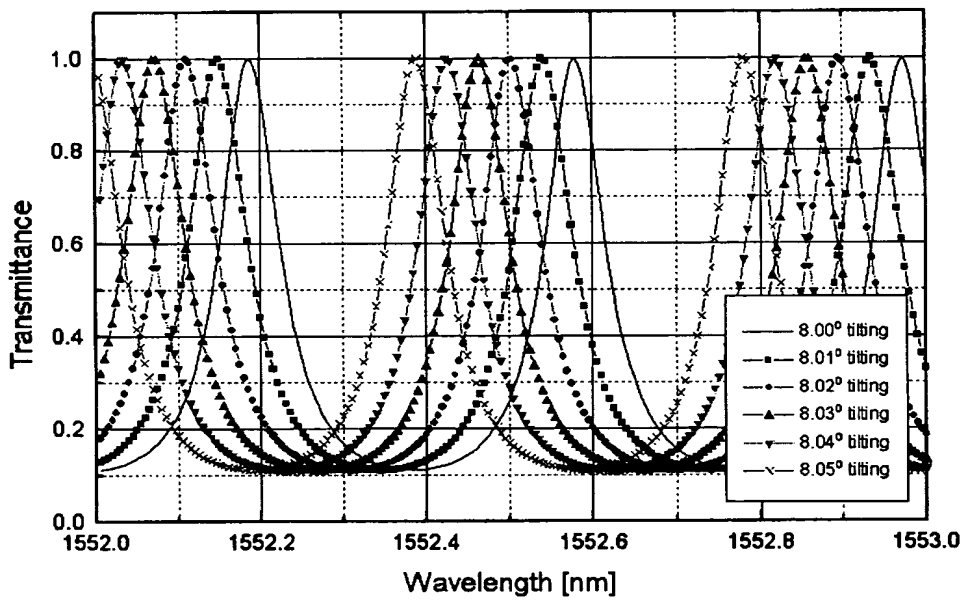
【도 3】



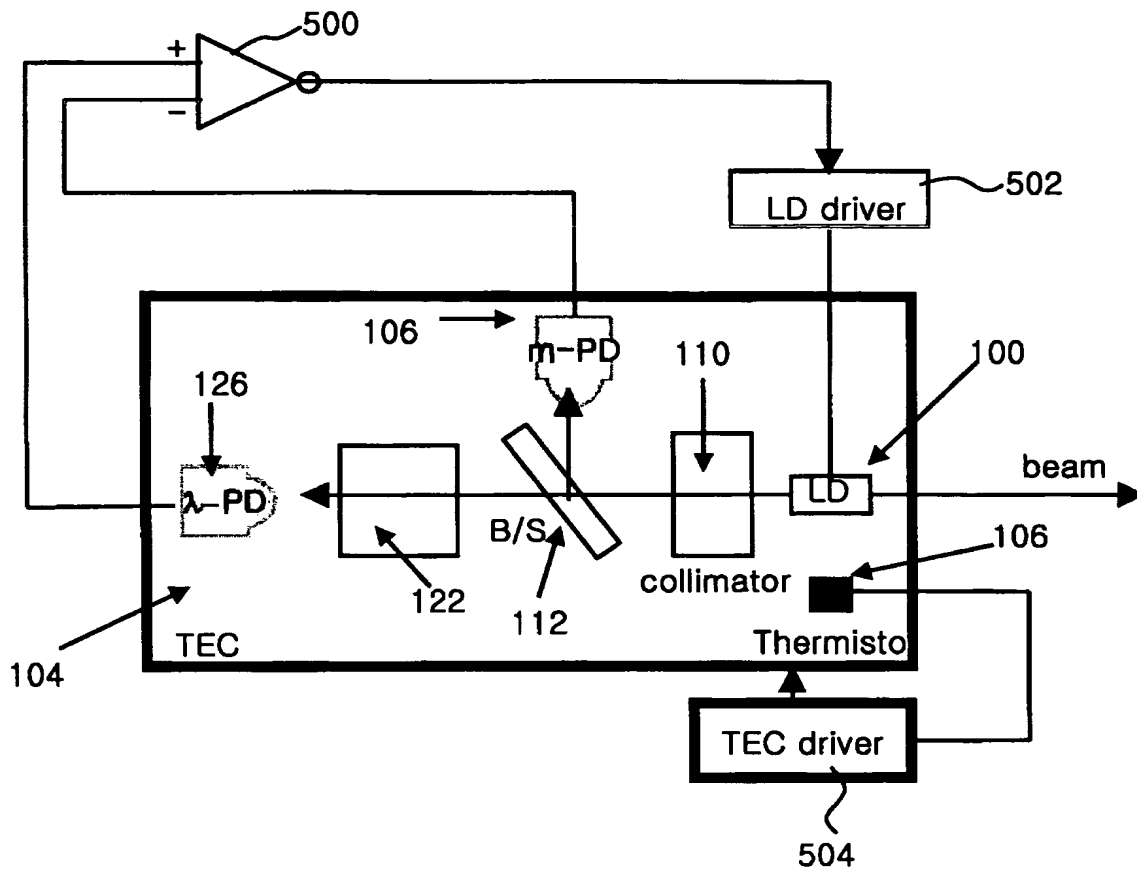
【도 4a】



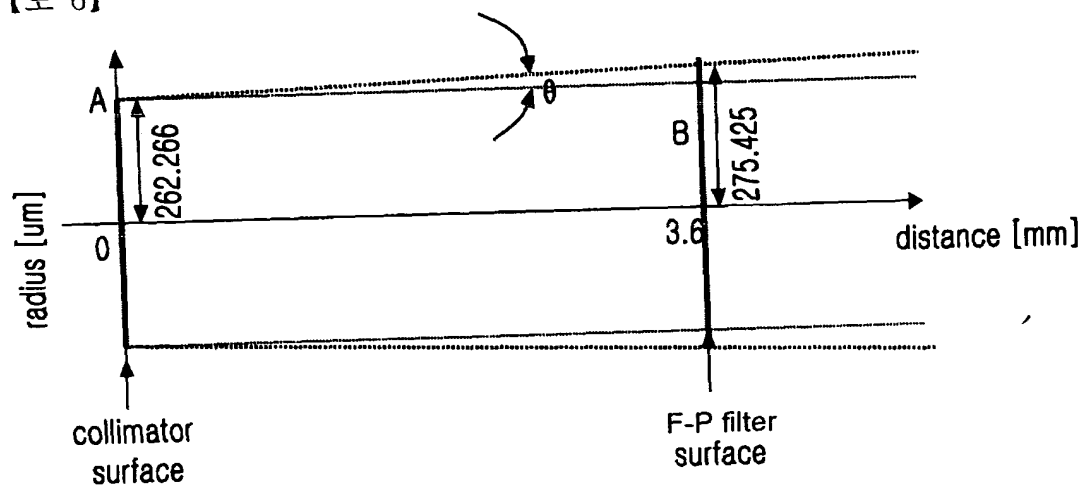
【도 4b】



【도 5】



【도 6】



0.01° → 0.04nm shift
0.051° → 0.2nm shift
0.131° → 0.5nm => 0.1nm shift
0.182° → 0.72nm => 0.3nm shift

